

飞行技术与空中交通管理系列教材

航空器系统与 动力装置

主编 钟长生 阎成鸿

HANGKONGQI XITONG YU DONGLI ZHUANGZHI



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

飞行技术与空中交通管理系列教材

航空器系统与动力装置

主 编 钟长生 阎成鸿

副主编 黄传勇 付尧明

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 提 要

本书阐述了民用航空器的结构特点与各系统的基本组成、工作原理,动力装置的类型、工作与性能特点,航空器系统与动力装置的基本使用方法。为便于学生掌握,每章后均附有复习题。书中打*号的章节可根据授课对象情况选用。

本书为航空运输专业的飞行运行、飞行签派、飞行运行与飞行签派辅修及航空安全专业课程教材,也可作为民用航空器运营及管理人员学习航空器系统与动力装置的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

航空器系统与动力装置 / 钟长生, 阎成鸿主编. —成都:
西南交通大学出版社, 2008.10
(飞行技术与空中交通管理系列教材)
ISBN 978-7-5643-0083-8

I. 航… II. ①钟…②阎… III. ①航空器—构造—高等学校—教材②航空器—动力装置—高等学校—教材 IV. V22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 162078 号

飞行技术与空中交通管理系列教材

航空器系统与动力装置

主编 钟长生 阎成鸿

*

责任编辑 孟苏成

特邀编辑 李晓辉

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蓉军广告印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm×260 mm 印张: 19.625

字数: 502 千字

2008 年 10 月第 1 版 2008 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-0083-8

定价: 33.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

国际民航组织要求从事航空器飞行运行、飞行签派、航空安全监管的所有人员,都必须对其运营和管理的航空器有充分了解。航空器系统与动力装置是空中交通运输、航空安全等专业培养民航高级运营及管理人才的一门技术基础课。根据中国民航对该类专门人才的素质要求和培养目标,交通运输专业、辅修交通运输以及航空安全专业学生通过本课程的教学与考核,应了解现代航空技术在航空器系统及动力装置中的应用与发展,理解民用航空器结构特点与各系统的基本工作原理,掌握动力装置的型式、工作与性能特点,学会有关使用控制及处置典型故障的基本方法,为在校的后续专业课程学习以及将来从事飞行运行、飞行签派、安全监管等民航运营与管理奠定良好的理论与技能基础。

本书是在段维祥、郝劲松、李卫东、阎成鸿等编写的《航空器系统与动力装置》教材基础上,充分吸纳授课教师多年来在航空器系统与动力装置课程上的教学实践经验,广泛征集各航空运营管理部门对该专业人员的素质与能力培养的需求,依据交通运输专业、辅修交通运输以及航空安全专业人才培养目标及教学大纲,全面结合民用航空器系统与动力装置的新发展趋势编著而成。

本书的编写力求阐述科学、结构严谨、知识先进、可读性好,注重理论联系实际。绪论中概要介绍航空器分类时,突出飞机的同时也广泛介绍其他航空器的特点以满足民航工作的需要;介绍航空器各系统及动力装置的功用、组成及工作原理时,避开设计、制造的理论分析,突出航空器系统及动力装置的适航应用问题;介绍航空器各系统及动力装置的共性知识的同时,尽量结合现代先进民用航空器实际机型。本书以波音 737 系列飞机、空客 A320 系列飞机为主要背景机型,同时也全面参考其他航空器相关信息,适当结合国内外飞行事故分析,突出交通运营、航空安全管理专门人才保证航空器正常与安全运营必备的相关知识。

航空器系统及动力装置的内容除绪论外共分为 11 章叙述。绪论简要介绍航空器的发展、分类、飞行安全及本课程内容。第 1 章重点叙述飞机飞行载荷、载荷系数,机体结构型式,设计规范及航空器适航标准的有关概念。第 2 章说明飞机起落架系统的型式、起落架减震、收放、刹车及转弯系统。第 3 章主要阐述人工飞行操纵系统的功用、型式,主操纵系统、辅助操纵系统的组成、工作与控制。第 4 章介绍飞机液压传动系统的组成、工作及供压与传动安全。第 5 章介绍飞机燃油系统的典型型式、基本组成及一般使用。第 6 章讲述飞机环境控制系统的基本要求、一般组成,座舱温度调节与控制系统、座舱压力调节与控制系统的组成、工作及使用。第 7 章介绍飞机氧气系统功用、组成及使用,侧重叙述飞机防/除冰系统、飞机灭火系统工作原理、基本组成及一般使用要求。第 8 章介绍飞机供电系统的功用、组成、基本形式,飞机电源系统典型装置、基本型式、控制与保护以及飞机典型用电设备的有关知识。第 9 章主要介绍直升机的典型部件及功用、直升机飞机操纵系统的组成、功用与操纵原理。第 10 章介绍航空发动机的类型、一般要求以及发展概况,讲述航空活塞式发动机的分类、基

本组成及工作, 航空活塞式发动机的性能指标与常见工作状态, 航空活塞式动力装置的附件系统。第 11 章介绍喷气发动机的特点及分类, 阐述航空燃气涡轮发动机的工作与性能, 涡桨、涡轴和涡扇发动机特性对比以及航空燃气涡轮动力装置的附件系统。考虑到行业实际, 书中保留了一些诸如磅、英尺、英寸等国际非标准制单位。它们与国际标准单位的换算关系, 已在附录中给出。

本书绪论、第 1 章、第 3 章、第 7 章、第 8 章、第 9 章由钟长生教授编写; 第 10 章由阎成鸿副教授编写; 第 2 章、第 4 章、第 5 章、第 6 章由黄传勇副教授编写; 第 11 章由付尧明副教授编写。

全书的航空器系统部分承蒙中国民航飞行学院段维祥教授审阅; 动力装置部分幸承中国民航飞行学院李平教授审阅。段维祥教授和李平教授多年来一直从事航空器与动力装置等课程的教学与相关课题研究, 学识渊博、经验丰富。他们对书稿各章节进行了认真仔细地评阅, 提出了许多宝贵的意见和建议。在此特向他们表示诚挚感谢!

本书的编写和出版, 得到了中国民航飞行学院教务处、航空工程学院、空中交通管理学院、机务处、学校图书馆及飞机构造教研室和发动机教研室的老师们的大力支持, 编者们在此表示衷心的感谢。

尽管编著者力求使本书科学、严谨、先进、易读、理论联系实际, 但由于编写时间和编者的水平所限, 搜集到的资料及信息不足等原因, 书中的疏误和不妥之处在所难免, 欢迎广大读者批评指正。

中国民用航空飞行学院

编 者

2008 年 7 月

目 录

绪 论	1
0.1 航空器与飞机的分类	1
0.1.1 航空器的分类	1
0.1.2 飞机的分类	4
0.2 航空器及飞机发展概述	6
0.2.1 航空器发展简史	6
0.2.2 现代干线客机的发展与现状概述	10
0.3 对旅客机的要求与航空安全	15
0.3.1 对旅客机的要求	15
0.3.2 航空事故的主要原因	16
0.3.3 商业航空安全的关注重点	17
0.4 航空器的主要组成及其功用以及本课程的主要内容	19
复习题	20
第 1 章 飞机载荷与机体结构	21
1.1 飞机载荷与载荷系数	21
1.1.1 几种典型飞行状态下的载荷	22
1.1.2 载荷系数及其意义	24
1.1.3 载荷、变形、应力、强度和刚度	27
1.2 机翼载荷与机翼、尾翼结构	28
1.2.1 机翼功用与布置	29
1.2.2 机翼载荷、变形及结构布置特点	29
1.2.3 机翼结构基本组成构件及机翼结构型式	30
1.2.4 副翼型式及特点	35
1.2.5 增升装置简介	36
1.2.6 尾翼结构	38
1.3 机身载荷、结构型式与布置	39
1.3.1 机身功用	39
1.3.2 机身载荷及特点	39
1.3.3 薄壳式机身结构型式	41
1.3.4 干线客机机身内部布置	43
1.3.5 舱门、应急出口、滑梯/筏的布置及使用	44
1.4 设计规范、适航标准	47
1.4.1 飞机设计规范	47

1.4.2 民用航空的适航管理	50
1.4.3 民用航空器适航标准	52
1.4.4 机体结构安全使用限制	53
复习题	55
第 2 章 飞机起落架系统	56
2.1 飞机起落架的型式	56
2.1.1 起落架的配置型式	56
2.1.2 起落架的结构型式及基本组成	58
2.1.3 前起落架结构特点与飞机地面转弯操纵	60
2.1.4 轮式滑行装置的类型与轮胎	62
2.2 起落架减震与收放系统	63
2.2.1 飞机着陆减震原理与油气式减震支柱的工作原理	63
2.2.2 起落架严重受载情况与使用注意	65
2.2.3 起落架收放系统	66
2.2.4 起落架收放位置信号	68
2.3 起落架刹车系统	69
2.3.1 刹车装置的类型	70
2.3.2 刹车减速原理	71
2.3.3 基本刹车方法与安全、高效	72
2.3.4 刹车方式	74
复习题	76
第 3 章 飞机飞行操纵系统	77
3.1 飞行操纵系统概述	77
3.1.1 飞行操纵系统的功用与基本要求	77
3.1.2 飞行操纵系统的组成	78
3.1.3 飞行主操纵系统的工作原理与主操纵力	82
3.1.4 主操纵系统型式	84
3.2 飞行主操纵系统的组成及工作特点	85
3.2.1 无助力机械式主操纵系统	85
3.2.2 液压助力机械式主操纵系统	88
3.2.3 电传操纵系统	91
3.3 飞行辅助操纵系统和飞行操纵警告系统	96
3.3.1 调整片的功用、配平省力原理及应用	96
3.3.2 增升装置操纵系统	97
3.3.3 减速板操纵系统	100
3.3.4 液压助力主操纵系统的配平操纵	101
3.3.5 其他辅助操纵设备	103
3.3.6 飞行操纵警告系统	104
复习题	105

第 4 章 飞机液压传动系统	106
4.1 飞机液压系统的基本组成	106
4.1.1 飞机液压系统的传动原理与工作介质	106
4.1.2 飞机液压系统的基本组成	107
4.2 飞机液压系统工作概况	112
4.2.1 单液压源系统的工作特点	113
4.2.2 多液压源系统的工作特点	114
4.2.3 现代运输机液压系统举例	115
复习题	116
第 5 章 飞机燃油系统	117
5.1 飞机燃油系统的型式与基本组成	117
5.1.1 飞机燃料及其要求	117
5.1.2 飞机燃油系统的功能和型式	117
5.1.3 飞机燃油系统的基本组成	119
5.1.4 飞机燃油系统的工作显示	122
5.2 飞机燃油系统的使用	124
5.2.1 飞机燃油供给系统	124
5.2.2 飞机的加油	125
5.2.3 空中应急放油	127
复习题	128
第 6 章 飞机环境控制系统	129
6.1 对飞机座舱空调的要求	129
6.1.1 高空环境对人体生理的影响	129
6.1.2 对座舱空调系统的要求	130
6.1.3 飞机气密座舱的型式与特点	132
6.2 座舱空气温度调节系统	132
6.2.1 现代运输机气源系统	133
6.2.2 冷却系统概述	133
6.2.3 空气循环制冷系统	134
6.2.4 座舱温度调节与控制	135
6.2.5 供给座舱空气的分配	136
6.3 座舱压力调节系统	138
6.3.1 座舱压力制度与基本调压方法	138
6.3.2 座舱压力调节方式	139
复习题	142
第 7 章 飞机氧气、防/除冰及灭火系统	143
7.1 飞机氧气系统	143
7.1.1 机组氧气系统	143

7.1.2 乘客化学氧气发生器供氧系统	146
7.1.3 便携式氧气设备	148
7.1.4 氧气系统使用注意事项	149
7.2 飞机防/除冰与风挡排雨系统	150
7.2.1 飞机防/除冰的基本方法和结冰条件判定	151
7.2.2 飞机典型防/除冰系统	152
7.2.3 风挡排雨系统	157
7.2.4 飞机结冰探测装置	159
7.2.5 飞机的地面除冰与防冰	161
7.2.6 飞机防/除冰注意事项	163
7.3 飞机灭火系统	164
7.3.1 飞机着火种类与灭火剂	164
7.3.2 火警探测器	165
7.3.3 灭火瓶及灭火瓶管路系统	169
7.3.4 手提灭火设备	172
复习题	173
*第 8 章 飞机电气系统	174
8.1 飞机供电系统的功用、组成及型式	174
8.1.1 飞机供电系统的功用和组成	174
8.1.2 飞机供电系统的工作状态	176
8.1.3 飞机供电系统的基本要求及种类	177
8.2 典型电能提供装置	178
8.2.1 飞机直流发电机	178
8.2.2 飞机无刷交流发电机	179
8.2.3 旋转变流机与静止变流器	180
8.2.4 飞机变压整流器	181
8.2.5 航空蓄电池	182
8.3 飞机电源系统类型	184
8.3.1 低压直流电源系统	184
8.3.2 恒速恒频 (CSCF) 交流电源系统	185
8.3.3 变速恒频 (VSCF) 交流电源系统	185
8.3.4 混合电源系统	187
8.4 供电电压调节、控制与保护	189
8.4.1 发电机的电压调节	189
8.4.2 电源系统控制与保护	191
8.4.3 现代飞机电源控制保护器	194
8.4.4 飞机电气综合控制系统	194
8.5 飞机用电设备	196
8.5.1 灯光照明设备	196

8.5.2 飞机电力传动设备	198
8.5.3 飞机发动机的电力启动设备	200
复习题	203
*第 9 章 直升机基本构造与操纵系统	204
9.1 直升机的分类与基本构造	204
9.1.1 直升机的分类	204
9.1.2 直升机的应用	207
9.1.3 直升机的基本组成及其功用	208
9.1.4 直升机旋翼	208
9.1.5 直升机尾桨	213
9.2 直升机操纵系统	215
9.2.1 直升机驾驶员座舱操纵机构及配置	215
9.2.2 自动倾斜器	216
9.2.3 直升机的操纵原理	219
9.2.4 典型操纵系统	222
复习题	224
第 10 章 航空活塞式动力装置	225
10.1 航空发动机概述	225
10.1.1 航空发动机的类型	225
10.1.2 对航空发动机的一般要求	226
10.1.3 航空发动机的发展概况	228
10.2 航空活塞式发动机的分类、基本组成及工作情形	229
10.2.1 航空活塞式发动机的分类	230
10.2.2 航空活塞式动力装置的基本组成	231
10.2.3 奥托循环与四行程航空活塞式发动机的工作	233
10.2.4 航空活塞式发动机汽缸的点火次序	235
10.3 航空活塞式发动机的主要性能指标与常见工作状态	236
10.3.1 有效功率	236
10.3.2 燃油消耗率	239
10.3.3 航空发动机的加速性	241
10.3.4 航空活塞发动机常见的工作状态及应用	241
10.3.5 航空活塞式发动机的不正常燃烧	242
10.4 航空活塞式动力装置的附件系统	245
10.4.1 燃油系统	245
10.4.2 点火系统	249
10.4.3 润滑系统	252
10.4.4 散热系统	255

10.4.5 启动系统·····	257
10.4.6 螺旋桨与调速器·····	259
复习题·····	261
第 11 章 航空燃气涡轮动力装置·····	263
11.1 喷气发动机概述·····	263
11.1.1 喷气发动机的特点·····	263
11.1.2 喷气发动机的分类·····	264
11.1.3 航空燃气涡轮发动机的基本组成和工作·····	267
11.1.4 喷气发动机的推力·····	270
11.2 发动机基本部件的工作·····	270
11.2.1 进气道的工作·····	271
11.2.2 压气机的工作·····	271
11.2.3 燃烧室的工作和排气污染·····	274
11.2.4 涡轮的工作·····	276
11.2.5 排气装置·····	278
11.3 航空燃气涡轮发动机的性能·····	279
11.3.1 发动机的推力及影响因素·····	279
11.3.2 发动机的经济性·····	281
11.3.3 发动机的加速性·····	282
11.3.4 发动机的常用工作状态·····	282
11.4 涡桨、涡轴和涡扇发动机·····	283
11.4.1 双转子发动机的特点·····	283
11.4.2 涡桨发动机·····	284
11.4.3 涡轴发动机·····	285
11.4.4 涡扇发动机·····	286
11.5 航空燃气涡轮动力装置的附件系统·····	288
11.5.1 燃油系统·····	288
11.5.2 滑油系统·····	290
11.5.3 发动机防冰系统·····	291
11.5.4 发动机启动系统·····	292
复习题·····	296
附录一 常用燃气涡轮发动机性能参数·····	297
附录二 中英文名词对照·····	299
附录三 常用单位国际制与英美制换算表·····	303
参考文献·····	304

绪 论

本章简要叙述航空器、飞机的分类及发展，对旅客机的要求与航空安全，航空器的主要组成及其功用、航空器系统与动力装置课程的主要内容。

0.1 航空器与飞机的分类

在地球大气层内或大气层之外的空间（含环地球空间、行星和行星际空间）飞行的器械通称飞行器。通常，飞行器可分为三大类：航空器、航天器、火箭和导弹。在大气层内飞行的飞行器称为航空器；主要在大气层之外的空间飞行的飞行器称为航天器（图 0.1）；依靠制导系统控制其飞行轨迹的飞行武器称为导弹；靠火箭发动机提供推进力的飞行器称为火箭。

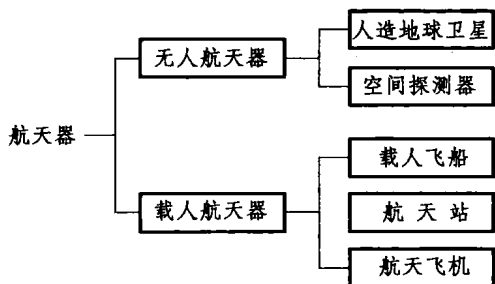


图 0.1 航天器的分类

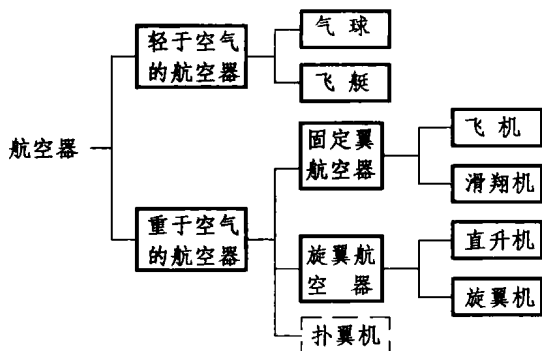


图 0.2 航空器的分类

0.1.1 航空器的分类

任何航空器都需要产生升力克服自身重力才能升空飞行。按照产生升力的基本原理，可将航空器分为两大类（图 0.2）：轻于空气的航空器（即靠空气静浮力升空飞行的航空器）和重于空气的航空器（靠航空器与空气相对运动产生空气动力升空飞行的航空器）。

1. 轻于空气的航空器

轻于空气的航空器包括气球和飞艇（图 0.3、图 0.4）。它们的主体是气囊，里边充以密度小于外界空气的气体（如热空气、氢气或氦等）；由于气球所排开的空气重量大于气球本身的重量，故产生静浮力而使气球升空。气球没有动力装置，升空后只能随风飘动或被系留在固定位置上（图 0.3）。按充入的小密度气体不同，它又分为氢气球、氮气球与热气球。气囊的材料有纸、麻布、丝绸、橡胶、尼龙和塑料等。球下挂有吊篮，可装人和仪器设备。气球可用于体育运动，训练航空和跳伞人员，进行气象观察和大气科学研究等。

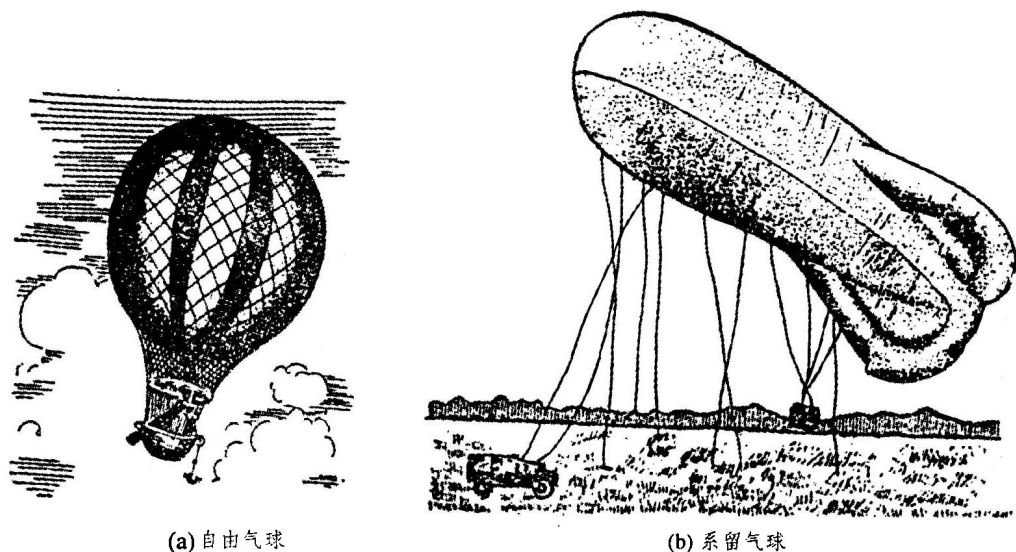


图 0.3 气 球

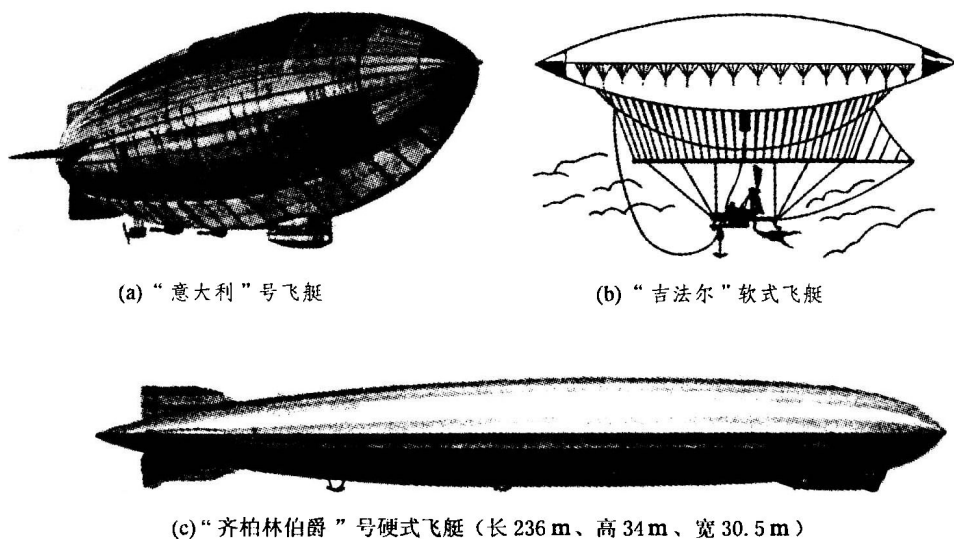


图 0.4 飞 艇

飞艇又称可操纵气球，靠推进系统辅以操纵面使之按要求的方向飞行。艇体呈流线型，上有安定面与操纵面。飞艇靠发动机和螺旋桨推动前进，操纵方向舵控制方向，水平安定面保持纵向稳定性[图 0.4(a)]。可通过改变充气量、抛掉压舱物、改变推力方向等方法，操纵垂直升降与水平运动。按照构造特点，飞艇可分为软式、半硬式与硬式 3 种。软式飞艇气囊无骨架[图 0.4(b)]，硬式飞艇则为轻金属骨架[图 0.4(c)]。飞艇椭圆形气囊下悬挂吊舱，可装人员、货物及仪器设备。

在历史上飞艇曾用于航空运输，图 0.4(c)所示即为历史上最大、最著名的飞艇之一。现代飞艇借助高新技术再次悄然崛起：在军事上，研制了早期预警飞艇、巡逻勤务飞艇、海上

扫雷飞艇、反潜飞艇等，它们在运送军用物资（尤其是送往无机场条件下的区域）方面，更显优势；又因为飞艇素有燃料消耗少、成本低、速度低、维修简便等特点，可用于地质勘探、鱼类资源保护、道路交通监控、空中特色旅游、商业广告或进行空中研究与试验、向无机场地区运送大型整体物件等。

2. 重于空气的航空器

重于空气的航空器是靠自身与空气相对运动产生的升力升空飞行的。这类航空器有飞机、滑翔机、直升机、旋翼机以及扑翼机、无人驾驶飞机、地面效应飞行器等。

飞机和滑翔机均由固定翼产生升力。有动力装置的则称为飞机，它是目前人们最主要、应用范围最广泛的航空器：在民用航空器中，飞机的数量占到 98% 以上。滑翔机在飞行原理与构造形式上与飞机基本相同，只是它没有动力装置和推进装置，一般靠弹射或拖曳升空，然后靠有利的气流（如上升气流）或降低高度（位能转变为动能）继续飞行（图 0.5），滑翔机靠自身重力 G 在飞行方向的分力 G_1 实现滑翔飞行，要依靠上升气流才能飞得远、飞得久、飞得高。

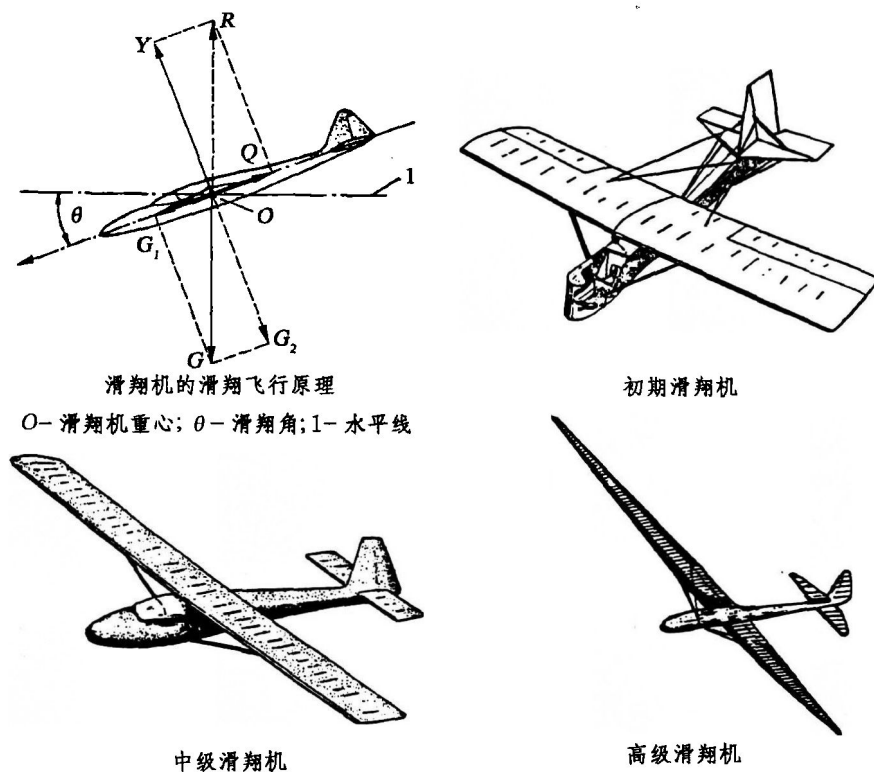


图 0.5 滑翔机

旋翼航空器分为旋翼机与直升机（图 0.6）。旋翼机实际上是一种介于直升机和飞机之间的飞行器。它除去旋翼外，还带有一副螺旋桨以提供前进的动力，一般装有较小的机翼在飞行中提供部分升力。旋翼机与直升机的最大区别是，旋翼机的旋翼不与发动机传动系统相连，发动机不是以驱动旋翼为飞行提供升力，而是在旋翼机飞行的过程中，由前方气流吹动旋翼

旋转产生升力, 就像一只风车; 而直升机的旋翼与发动机传动系统相连, 既能产生升力, 又能提供飞行的动力, 就像一台电风扇。由于旋翼为自转式, 传递到机身上的扭矩很小, 因此旋翼机无需单旋翼直升机那样的尾桨; 但是它一般装有尾翼, 以控制飞行。在飞行中, 旋翼机同直升机最明显的分别在于直升机的旋翼面向前倾斜, 而旋翼机的旋翼则是向后倾斜的。

需要说明的是, 有的旋翼机在起飞时, 旋翼也可通过“离合器”同发动机联系, 靠发动机带动旋转而产生升力。这样可以缩短起飞滑跑距离, 几乎以陡直地向上爬升, 但它还不能垂直上升, 也不能在空中不动 (即“悬停”), 升空后再松开离合器随旋翼在空中自由旋转。

旋翼机飞行时, 升力主要由旋翼产生, 固定机翼仅提供部分升力。有的旋翼机甚至没有固定机翼, 全部升力都靠旋翼产生。

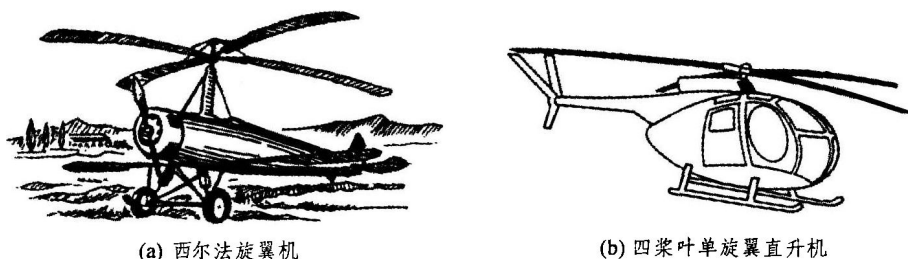


图 0.6 旋翼航空器

扑翼机是仿鸟类扑翼飞行的航空器, 目前尚在研究中。无人驾驶飞机是一种靠无线电遥控或按某种程序自控的无驾驶员飞机, 它在民用方面用以大地测量、气象观测、环境监测、人工降雨等。地面效应飞行器又叫地效器或“气垫”飞行器, 类似气垫汽车, 可在地面或水面上使用。

0.1.2 飞机的分类

作为使用最广泛、最具有代表性的航空器, 飞机可按其用途、构造型式及性能特点等分类。

1. 按用途分类

飞机按用途可分为军用机与民用机, 其中民用机包括旅客机、货机、农业与林业机、教练机与运动机等。旅客机、货机及客货两用机又称为民用运输机, 其余的民用机则统称为通用机。

2. 按构造型式分类

飞机按构造型式分类如图 0.7 所示。它按不同的机翼、机身、尾翼、动力装置、起落架装置等又分为若干种型式。民用运输机多采用后掠下单翼, 单机身与单垂尾 (高或低平尾), 涡桨式或涡扇式发动机吊装于机翼下或机身尾部, 前三点轮式起落架装置。据民航业最权威的国际民航组织 (ICAO) 公布的资料显示, 2000 年, 全世界执行定期航班的公司有 807 家, 拥有 19 469 架飞机。其中喷气式飞机 16 045 架, 占 82%; 螺旋桨飞机 3 267 架, 占 17%; 活塞式飞机 157 架, 不足 1%。

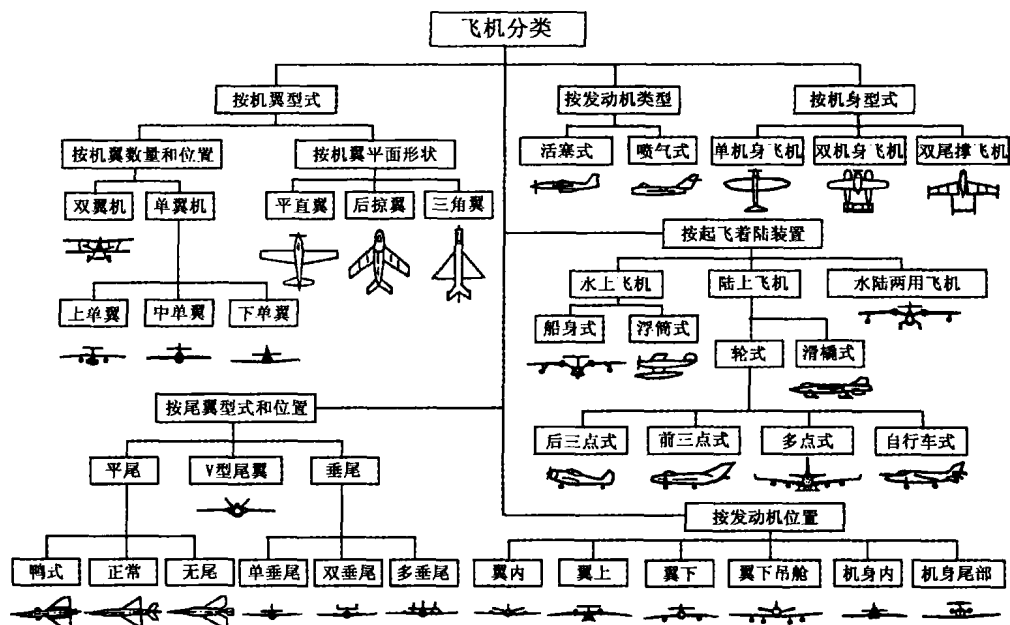


图 0.7 飞机按构造型式分类

3. 按主要性能特点分类

客机按主要性能特点分类见表 0.1，需要说明的是，表中所列参数及划分范围目前并不完全统一。

表 0.1 旅客机按主要性能分类

性能款项	分 类	性能指标
巡航速度	低速客机	$Ma < 0.4$
	亚音速客机	$0.4 < Ma < 0.6$
	高亚音速客机	$0.6 < Ma < 1.0$
	超音速客机	$Ma > 1.0$
载重航程	短程客机	航程 2 500 km 以下
	中程客机	航程 2 500 ~ 5 000 km 以下
	远程客机	航程 6 000 ~ 10 000 km 以上
客座数量	小型客机	100 座以下
	中型客机	100 ~ 200 座
	大型客机	200 ~ 350 座以上
机身宽度	窄体客机	宽小于 4.1 m 或一排 6 座以下
	半宽体客机	宽 4.2 ~ 5.5 m 或一排 6 ~ 8 座
	宽体客机	宽 5.6 ~ 6.6 m 或一排 9 ~ 10 座以上
	双层宽体客机	宽 6 m 以上

4. 按进近速度分类

根据空中交通管制要求,在最大允许着陆重量下,仪表进近程序规定的进近速度是着陆形态下失速速度的 1.3 倍(也称为跑道入口速度)。据此又将航空器分为以下 5 类:

- A 类:指示空速小于 169 km/h (91 kts);
- B 类:指示空速 169 km/h (91 kts) 或以上,但小于 224 km/h (121 kts);
- C 类:指示空速 224 km/h (121 kts) 或以上,但小于 261 km/h (141 kts);
- D 类:指示空速 261 km/h (141 kts) 或以上,但小于 307 km/h (166 kts);
- E 类:指示空速 307 km/h (166 kts) 或以上,但小于 391 km/h (211 kts)。

以上分类的界线根据目前客机发展水平而定,实际使用中常常综合飞机有关性能特点而划分。如波音 747—400 型为远程大型高亚音速涡扇式宽体干线客机,国产 Y7—100 则为小型短程低速涡桨式支线客机。干线客机与支线客机也按综合性能划分,并且不同发展时期有不同划分标准。现代干线客机一般指大中型、中远程、高亚音速、宽体或半宽体涡扇式喷气客机,主要在国际航线和国内大城市之间飞行。支线客机一般指小型、短程、低速、窄体、涡桨式或活塞式客机,主要在国内中等城市间或与大城市间飞行。

0.2 航空器及飞机发展概述

自古以来人类就有飞行的愿望,这由许多关于腾云驾雾的神话传说可以看出来。但是在社会生产力低下的年代,这种愿望是难以实现的。不过,许多先驱人物的勇敢探索,却为人类实现飞行提供了有益的经验教训。

18 世纪的产业革命推动了科学技术的发展,从而为人类实现飞行提供了条件。

0.2.1 航空器发展简史

1. 轻于空气的航空器

利用空气静浮力升空,在技术上是较易实现的。中国在 10 世纪初期就有类似于热气球的“孔明灯”出现,升入空中作为战争中的联络信号。18 世纪末期,法国蒙哥尔费兄弟的热气球载上一些动物升空飞行了 8 min 后安全降落。1783 年 10 月 15 日 F P 罗奇埃乘热气球上升到 26 m 高度,飞行 4.5 min。同年 11 月 21 日,罗奇埃和达尔朗德又乘热气球在约 1 000 m 高度用 12 min 飞行了约 12 km。这是人类乘航空器首次飞行。随后,法国的物理学家查理制成了以丝绸作气囊充以氢气的气球,升空 915 m,飘行了约 25 km 后降落。后来他又制造了一只更大的气球,下系可以载人的吊篮。他和一位同伴乘这只气球在空中飘行 50 km,留空时间超过 2 h。气球的出现激起了人们对乘气球飞行的热情,并有人致力于飞艇的研究。经过多年的探索和试验,制成了带动力、可操纵的飞艇,并升空飞行。1900 年,德国的齐柏林制成了长 128 m,容积 11 300 m³ 的硬式飞艇,巡航速度为 60 km/h,并于 1910 年开辟了载客的定期航线(第一次世界大战期间,德国曾用这种飞艇轰炸伦敦)。第一次世界大战后,齐柏林又建造了两艘巨型飞艇,在欧洲到南美和美国的商业航线上飞行。这种飞艇长 245 m,容积 200 000 m³,速度 130 km/h,载客 75 名。1937 年一次从德国到美国的飞行中它突然起火